第五篇：朱令铊中毒案（2018新数据解读）

mp.weixin.qq.com/s

没药花园 房间内的粉色大象 *2019-11-28 07:20*

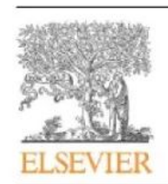
第一篇：朱令铊中毒案
第二篇：朱令铊中毒案（破案篇）
第三篇：朱令铊中毒案（人物关系篇）
第四篇：朱令铊中毒案（四）分析篇

第五篇和第六篇加起来有2万多字，考虑到放一篇内实在太长，阅读起来不方便，所以分成两篇。大家看完本篇后，可以读二条的终结篇。（或给后台发关键词：朱令，会给你推送全部六篇）

我在第四篇写到，我认为第一次是多次、小剂量导致的慢性中毒，第二次是大剂量口服导致的急性中毒。这是我在读了很多铊中毒案例，也找了一些论文看以后，根据她的症状判断的。

由于时间所限，上周我把“投毒次数”的分析留到了这一篇。此后，我才获知2018年发表在《Forensic Science International》上用朱令头发做分析的一篇论文。

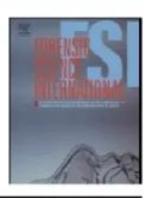
Forensic Science International 292 (2018) 224–231



Contents lists available at ScienceDirect

Forensic Science International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/forsciint



Details of a thallium poisoning case revealed by single hair analysis using laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry



Richard David Ash[a], Min He[b,*,1]

[a] Department of Geology, University of Maryland, College Park, Maryland 20742, USA
[b] P.O. Box 83173, Gaithersburg, Maryland 20883, USA

ARTICLE INFO

Article history:
Received 7 June 2018
Received in revised form 29 September 2018
Accepted 2 October 2018
Available online 9 October 2018

Keywords:
Single hair analysis
LA-ICP-MS
Heavy metal poisoning

ABSTRACT

Heavy metals pose significant morbidity and mortality threats to humans in connection with both acute and chronic exposure. The often-delayed manifestations of some toxic effects and the wide-spectrum of symptoms caused by heavy metal poisoning may perplex the clinical diagnosis and, when involved in crimes, complicate the forensic investigation. To investigate the original intoxication process of a thallium poisoning case, which occurred in China more than two decades ago, laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) was used to analyze several hairs of the victim from before, during and after the poisoning period. Ablation line scans of the entire length of a ~7 cm hair revealed ~4 months of repeated exposure to thallium with increased doses and frequency toward the end, while scan of a ~0.7 cm hair revealed ~2 weeks of constant ingestions of large doses of thallium accompanied by elevated amount of lead. The endogenous origin of thallium was confirmed by the

这篇论文提供了极为重要和令人震惊的新信息。本文的讨论基于这篇论文以及前三篇中整理的时间线。我会尽力写得清晰一些，便于大家理解。

感谢一位热心的清华校友制作表格，在美国CDC从事科研的表弟以及多位专业人士也给出了意见。

01

投毒频率和方式

朱令有两次明显症状，但没人说得清楚这是因为两次大剂量的投毒导致，还是持续吸收小剂量铊毒直至累积到中毒剂量。

为什么孙维希望大家帮她证明：朱令是在1994年11月一次性中毒，后来病发只是因为在几个月内未得到及时医治？

孙释颜2006年1月14日22：21分：54秒写给[redacted]，[redacted]，[redacted]，[redacted]：

姐儿们，

有一件事我确实需要你们的紧急援助，即铊文献。因我忙于给公安写信，没时间做。所以你们有空帮着看看文献并翻译吗？

不用全翻！我们感兴趣的只是：有没有可能是一次中毒。估计很少有2次中毒的case，所以如果是一次中毒的文章，只需要看一下中毒后如果没有及时（2-3个月）治疗的症状，如果提前治疗了的文章就可以仍一边根本不用看了。

如果看到2-3个月没有治疗的case，不论是否支持我们希望的结论，都请把相关时间一症状部分翻译一下，并翻译一下患者的年龄、性别、体质/身体状况等。

周欣帮着查了一堆文献，xxx分发一下，能分头处理一下吗？俺俩忙晕了，还有好多文章要写：（

多谢

wei

因为，如果是一次中毒的话，朱令在第一次出现症状前活动范围广、接触人员多，她所接触的民乐团朋友、男朋友、校外友人等人都有投毒机会。

许多人坚信室友是凶手，正因为朱令自1995年2月20日回校后，在校时间只有八天左右，且因体弱疼痛，大部分时间待在宿舍内。

那么，（1）朱令究竟中了几次毒？（2）凶手是以何方式投毒？（3）毒投在哪儿？

朱令的头发或许可以解答这些问题。

当年在得知朱令被人投毒后，朱令父母从朱令盖的毛毯上搜集了她掉落的头发，并妥善保存了起来。

朱令在1994年12月底所有长发掉光，随后又有一些新发长出，到了1995年3月，新发旧发又全部掉光。根据每根头发长度，可以估计出它们分别脱落的时间。

20年多后，美国马里兰大学教授Richard David Ash和贺敏拿到了朱令的那几根头发，用激光烧蚀-等离子体质谱法分析了头发中重金属含量的分布。

由于头发是匀速生长的，所以每一段头发上的铊含量可以显示出凶手投毒的剂量和频率。

这篇论文的信息量很大，也令人震惊。

长达四个月的投毒

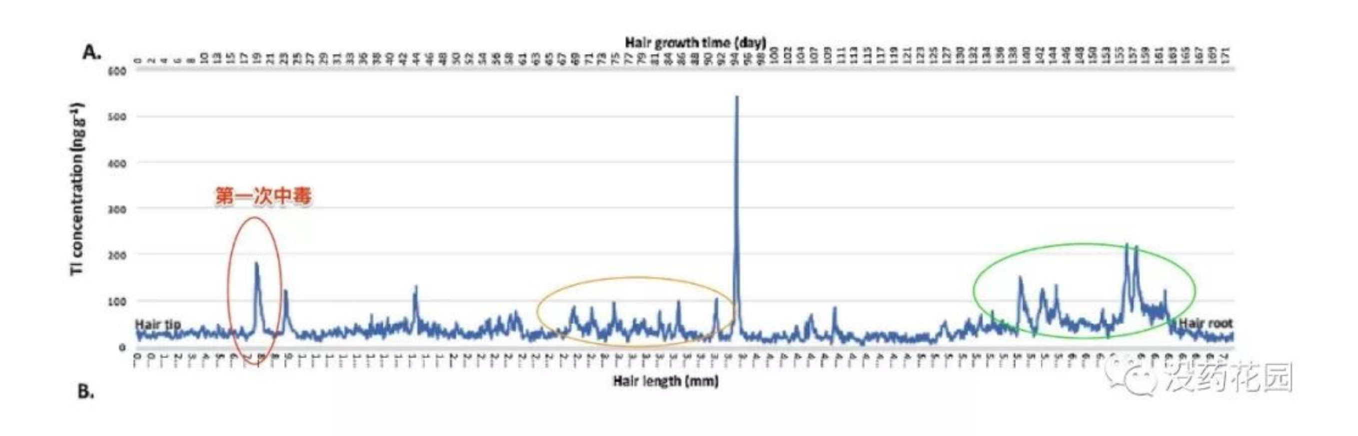
一根7厘米头发（ZL1995H9）揭示出**朱令第一次中毒时间长达四个月**。

由于这根头发是脱落在朱令家毛毯上的，所以脱落的时间应当是在1994年12月12日（朱令回家）至12月23（入住同仁医院）间的某天。这根头发显示，第一次中毒和最后一次中毒之间间隔55毫米，意味着大约4个月时间。

由于每个人头发生长速度不一，所以这个时间是论文作者基于亚洲18-35岁女性平均生长速度估计。

在这4个月内，这根头发总共有25次中毒峰值（铊含量高于基值20倍的才算峰值）。

从图中看，朱令在8月中下旬第一次吸收铊毒后，随后在几十天内偶尔中毒。在9月下旬10月上旬期间，是密集的2天左右中一次毒（黄圈）。总体来说，这十几次中毒剂量相对低，部分排掉，部分储存在组织中，没有造成明显的健康问题。



R.D. Ash, M. He/Forensic Science International 292 (2018) 224–231

但在这根头发中间位置（约10月中期），突然有一次剂量很不寻常、高于基数200倍的中毒。**这也是朱令从头到尾中毒剂量最高的一次**。与之对应的是，她在1994年10月出现了两次短暂的失明。

那这次大剂量中毒后的基值怎么会很快回落呢？为何它和此前小剂量中毒一样，峰值只持续两天？这或许说明当时朱令身强力壮，自身排毒能力很强。

另外，在最高峰值背后几天有一些小峰值，我个人判断可能不是新中毒，而是前面一次吸收量太大后，组织无法吸收，铊会回到血液，重新分布，从而再次进入头发，形成二次、三次峰值。（这也是我在读文献时留意到的规律。如不对，请指正。）

铊的再分布原理参考文献：

“铊在不同组织的吸收速率不同，并随时间发生再分布，因此铊可以很均匀地蓄积于组织器官中。”http://www.cem.org.cn/rhtml/20151103/index.htm#R-20

Moore D, House I, Dixon A. Thallium poisoning. Diagnosis may be elusive but alopecia is the clue[J]. BMJ, 1993, 306(6891): 1527-1529.

在朱令这次大剂量吸收铊后，有一段时间未再吸收铊。但到了11月下旬，她突然开始频繁大剂量中毒。

从12月初左右（头发脱落前三周）开始，朱令吸收铊的剂量越来越大，高于基数50-80倍；也越来越频繁，两次中毒之间只间隔2天。（绿圈）

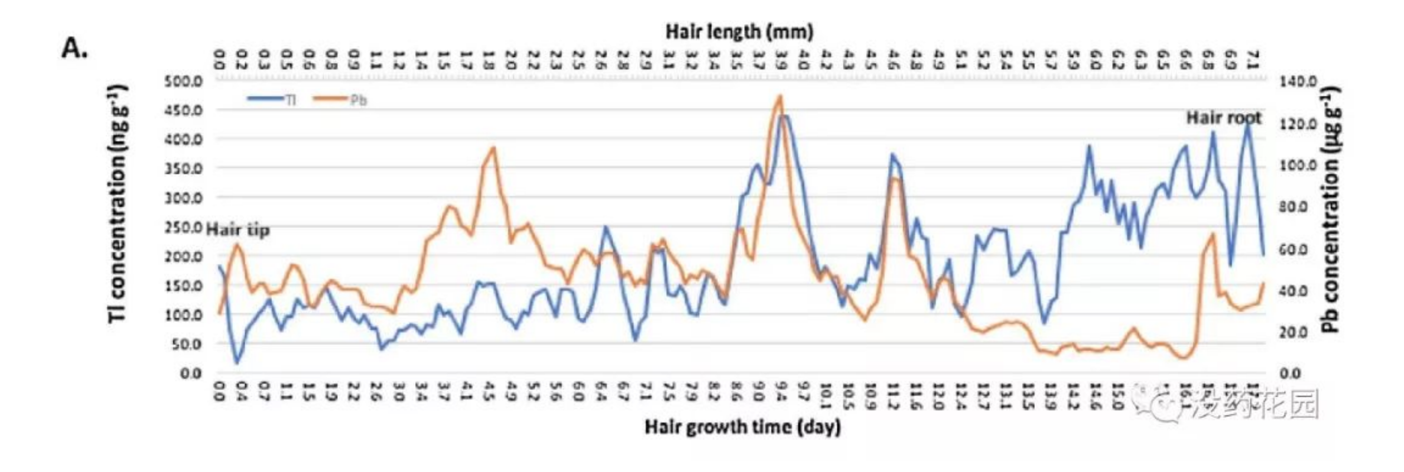
与之对应的是，她出现了显著的铊中毒的系统性症状：胃疼、呕吐、恶心（一般口服铊后更快出现这类肠胃症状）、手脚尖刺痛（不断加剧的周边神经症状）和毛发脱落。

论文作者认为，这样的关联可能显示中毒从其他方式转为口服，从慢性转为急性。

两周大量中毒，铅比铊含量更高

另一个重要证物是一根0.7厘米短发（ZL1995H5），大约生长周期为2周。已知朱令在1995年2月19日返校，在3月7日因急性中毒症状回家后，新长的头发又全部掉光，3月15日入住协和医院。所以，这根头发是在3月7日-3月15日期间脱落在家里床上的。倒推的话，这根头发是寒假回校后长出来的，刚好可以显示朱令第二次中毒期间的情况。

测试结果显示，许多峰值拥挤在这不到一厘米的头发上，剂量都高于基值50-180倍，并剂量呈上升趋势（蓝线）。大部分峰值之间只间隔6-18个小时。



R.D. Ash, M. He/ ForensicScience International 292 (2018) 224–231

更让人惊讶的是，她的这根头发还显示她在这时期出现了铅中毒（橙线）。铅的峰值和铊的峰值多处吻合，但铅的剂量比铊更高！

持续大剂量吸收铊造成急性中毒，与她3月被送去医院后的症状对应：肚子痛、双脚痛到无法站立、神志不清、癫痫、抽搐、接着昏迷五个月。

但铅也可以攻击中枢和周边神经，虽然原理不同，却会造成与铊中毒相似的症状，譬如疼痛、肌肉无力、抽搐、癫痫、昏迷。

当时铅中毒也加重了受害人的部分症状。但总体而言，铊比铅的急性毒性更强，所以后来虽然只针对铊解毒，也缓解了整体的症状。

02

论文数据说明什么？

我没有办法描述我一开始看到2018年那张图表后的感动，可能更多是出于对生命的敬畏吧。

朱令虽然现在的智力只相当于六七岁儿童，语言功能几乎丧失，无法回忆、思考、表达谁可能是凶手，但是她的头发却记录了凶手对她所做的一切。

我试图把这些数据和新闻报道中朱令的症状对应起来，以看出凶手作案的具体时间和规律。这个实验应当是准确的，头发里的峰值不会骗人。但是如何解读，却有太多变数了。

首先，每个人的头发生长速度不一，如果朱令的头发高于、低于平均，都导致对应的日期不一样。

其次，铊中毒一定潜伏期，短至几小时，长至几天，每个人症状表现也不同。一个日本23岁女学生被另一个女性在茶中多次投硫酸铊。从最后一次中毒后的第二天开始，她感觉到疲倦和肌肉疼痛，从大腿逐渐向下扩散。到了第七天她感觉脚趾麻木，小腿酸痛，眩晕、肚子疼、脱发，才去看医生。也就是肚子疼发生在腿疼后面。

参考文献：Yumoto T, Tsukahara K, Naito H, Iida A, Nakao A. A Successfully Treated Case of Criminal Thallium Poisoning. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(4):OD01–OD02. doi:10.7860/JCDR/2017/24286.9494

再者，如我前面在文献中读到，到达组织的铊会因为一次吸收不了，再回到血液，形成二次峰值。这类峰值和新中毒的峰值混合在一起无法区分。

最后，朱令头发脱落在家床上的日期只有一个大概范围，无法确定。

下图是论文附带的图表（我们翻译成中文）；它是基于几个18-38岁亚洲女性的头发平均生长速度排的。

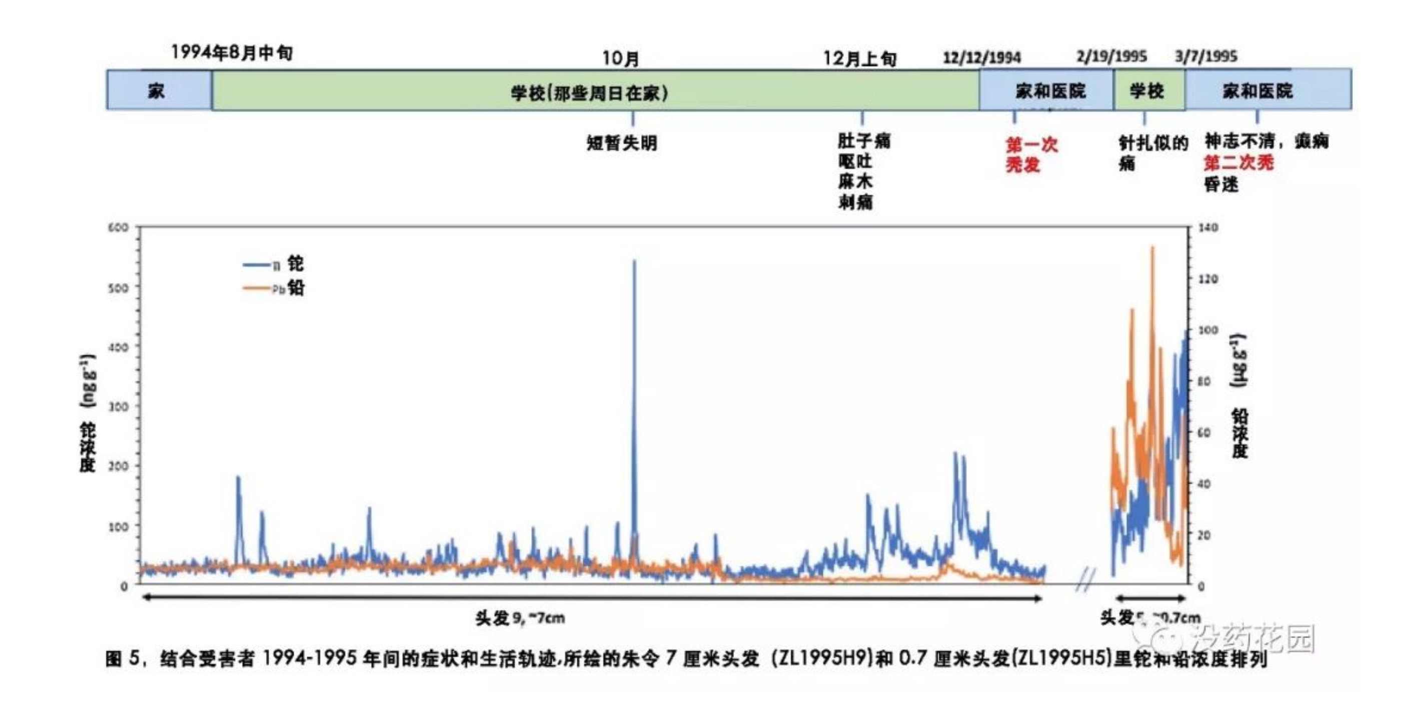


图 5，结合受害者 1994-1995 年间的症状和生活轨迹，所绘的朱令 7 厘米头发（ZL1995H9）和 0.7 厘米头发(ZL1995H5)里铊和铅浓度排列

尽管有诸多不确定因素，我们还是在结合考虑了朱令周日在家、媒体报道中情况好转、情况恶化、脱发时间、头发生长速度等各种因素后，对以上图标进行了校准。

根据我们排列的图表，朱令头发生长是高于平均值的，我认为这也符合她21岁、国家二级运动员的健康体格。

这也意味着，下面那条线在尾部（脱落时间）固定在某个点后，或许要微微向右缩短。

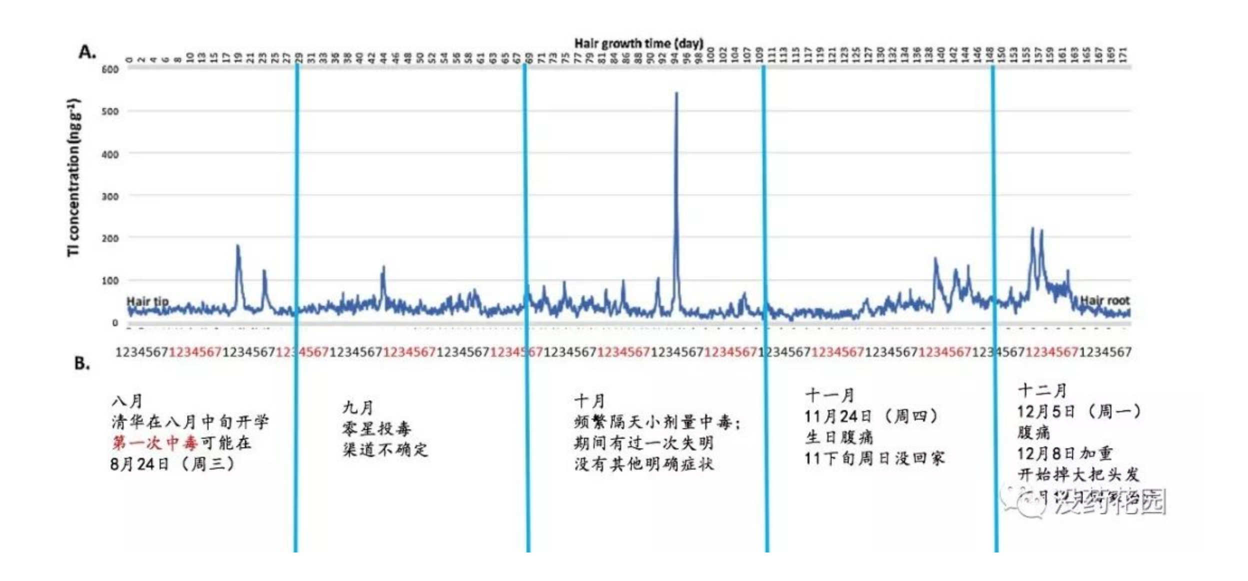
【没药花园分析】

一、很早就投毒

朱令在1994年8月中旬回到学校，没过多久就出现了第一次中毒。

虽然找了清华的老师帮忙，也没能查到1994年的校历，但据推测，8月中很可能清华已经开学，只是未上课；也有人说是小学期。也就是说，宿舍其他人当时也都回校了。

校准后，朱令可能在8月24日前后中毒。



（被遮挡那句是12月12日回家治疗）

那么孙维是何时开始接触铊盐的呢？我目前只找到一句笼统的话“1994年9月，孙维进入童爱军、李隆弟教授的课题组实习”（《羊城晚报》）

那是不是意味着孙维只有在9月才能接触铊盐？不一定。

首先，媒体对这个信息的表述就不精确，只是一个大概。

其次，这个课题其他参与者是三名研究生和一名大五男生，理论上像孙维这样刚升大三、专业成绩又不是很靠前的学生要参加不会随随便便进去，应当在大二下学期，最迟暑假期间，已经联系好此次实习。

在正常情况下，进入课题组之前，学生都要提前读文献、了解实验的目的等，她必然很早就知道这个课题组会用到哪些化学品。由于铊是剧毒物质，在正式上岗前，童老师也必然要对学生，特别是新手进行培训，明确告知其毒性及中毒方式。所以，孙维有较大概率在暑假已经有钥匙可以进出实验室。（通常研究生的实验在暑假不中断）

如果孙维可以证明自己在9月初以前绝对没有机会**合法接触**铊盐，倒是可以用来自辩，减小自己的嫌疑。

但如果是非法窃取铊盐，孙维比起其他人来至少还有2个优势：她知道该实验室有铊盐，而他人很难有途径知道；她很容易打听到实验室其他人的作息，而外贼很难。

警方既然找到了清华该课题组购买铊盐的发票，至少可以确定那个实验室最早拥有铊盐的时间。

如果读孙维的声明初稿，发现她两次强调朱令是在**94年底**中毒。

“更重要的是我在大三一开学（94年9月）就因为觉得功课紧张主动退出民乐队了……**而朱令生病是在94年底**。”（孙维声明2015/12）

“**朱令94年底中毒**，95年4月确诊铊中毒。”（孙维声明2015/12）

当然，对她的话也可以有两种解读角度。

其实朱令中毒时间如此之早，是出乎我意料的。我相信在论文出来前，大部分人觉得朱令被下毒要不是在生日前夕，要不是在1994年10月，即第一次出现短暂失明。

那么，她回到学校没多久就中毒说明什么？

1、**说明凶手对朱令怨恨已久**。若是大三下学期开学两人之间出现的新矛盾，不太可能几天时间发展到这么严重，促使凶手立刻做出下毒的决定。但也不太可能是高中时期或者年代久远的矛盾，因为强烈的恨意不会持续那么久而无作为。比较合理的是，两人的矛盾是大二或者暑假期间留下的。

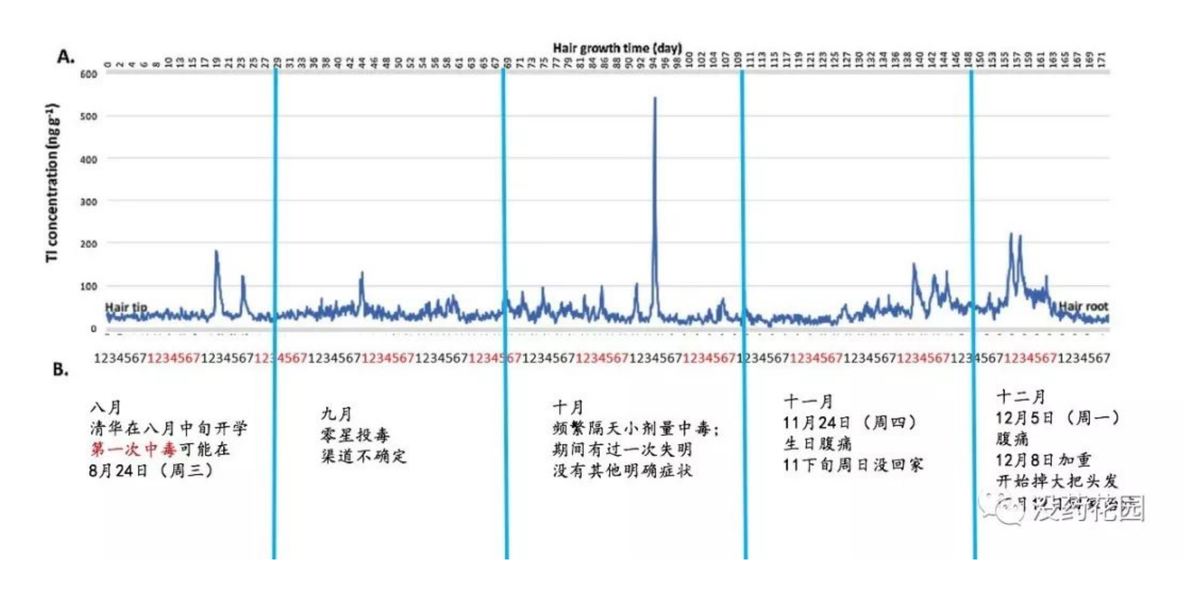
2、如上一篇中我分析的，K（假设的凶手）某次刚好听说这里有铊盐，并趁机偷铊盐的可能性很小。而朱令回校没几天已经中毒，使得这个K能够这么做的可能性进一步降低。

【没药花园】综上，**朱令刚开学就被下毒，说明凶手憎恨朱令已有一段时间，念头最迟形成于暑假，在8月中下旬时有机会接触到铊盐。**

二、追求隐蔽性

朱令在8月中返校后不久就中毒。刚开始三个多月，因为每次吸收的量小，加上自身各组织十分健康，没有明显症状。**这符合慢性中毒**，症状较为轻缓，开始几周甚至几个月可能都不会察觉症状。

由于朱令直到11月底才出现肠胃症状（口服较早会出现的症状），所以开始可能是通过皮肤、黏膜等吸收。



（被遮挡那句是12/12回家）

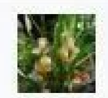
讨论一：洗漱用品中毒

已往研究证实，“不论染毒途径如何(皮肤、腹腔、经口、静脉、吸入、肌肉)，铊在体内的含量均相近，且与染毒剂量成正比。”

参考文献：张冬生, 王子石, 秦钰慧. 铊的代谢和毒理作用[J]. 国外医学:卫生学分册, 1985, 3:141-145.

当然，由于洗头洗澡会很快冲洗掉，所以比起口服来，吸收剂量可能不会那么高。

关于到底会否出现显眼的沉淀物，以至于引起受害人警觉，在上篇文章后面也有许多读者留言发表了观点：



再说说氯化铊沉淀吧。理论上，离子积一大于溶度积便产生沉淀，先是形成一个分子的沉淀，然后越来越多。但是要形成肉眼可见的沉淀，离子积要远远大于溶度积才行。比如透明水溶液中，要想生成宏观上的、肉眼可见的氢氧化锰沉淀，锰离子与氢氧根的离子积必须是溶度积10^5（十万倍）以上。洗发液或沐浴露中，氯离子与铊离子的离子积只是溶度积的十余倍，再加上是有颜色的膏体，所以完全不用担心会产生肉眼可见的沉淀。

2019-11-22 17:07:07



如果凶手把铊盐投在洗漱用品中，那么朱令洗澡、洗头应当很有规律，为何会有时会间隔20天没中毒，有时连续20天内1-2天就中毒一次呢？

可能性实在太多，没法一一讨论。我个人判断凶手陆续投在多个不同的渠道中。

若投入洗发水中，朱令8月回校后第一次使用就把一大部分铊挤在头发上了（所以第一次中毒剂量比较高），后面挤出来的铊量就极少，可以忽略；

若10月后又投到洗面奶、面霜一类的日用品，可能造成后面较为频繁的小剂量中毒。到了10月中某天，朱令和平时一样用洗面奶洗脸，但因洗脸时不慎入眼，或哪儿有伤口，又导致吸收量剧增。（对应那条超高的线）

所以最后留下的可能投毒渠道如下：

消化道吸收：中药、热饮

皮肤吸收：洗发水、沐浴液、口红、隐形眼镜液

（凶手可能在其中一至多个中投毒）

我个人的想法是：凶手第一次投在浴液等地方，导致朱令多次使用后发生慢性中毒；第二次投在饮食中，造成急性中毒。

上一篇中我未提到洗面奶、面霜等，是因为我没看到失窃清单上有，觉得既然留下来了应当是经过警方化验被排除的。但我和接近朱令父母的人了解了一下，其实朱令父母当时也无法完全确定朱令留在宿舍内的物品有哪些，所以很可能新闻报道中的失窃清单没有列全。

讨论二：隐形眼镜液中毒

10月中，朱令曾经历了一次短暂失明（有说两次）。这和中毒是什么关系？

“急性铊中毒一般于接触后12—24小时发病。**早期临床表现主要为恶心、呕吐、腹部绞痛或隐痛、腹泻等**，严重者肠道出血，并于2—5天后出现对称性指(趾)端酸、麻、疼痛，逐渐加剧并向近心端进展。轻触皮肤即疼痛难忍，以致不能站立与行走。病情进而发展为肢体瘫痪，肌肉萎缩。铊中毒时脑神经常受累，**如视力减退**、眼肌麻痹、周围性面瘫。

慢性铊中毒与急性铊中毒的症状基本相同，只是临床表现较为轻缓些。急性中毒多因口服引起，慢性中毒则多为职业性接触而造成……**接触含铊化合物还可引起视网膜炎、球后视神经炎及视神经萎缩等**。”《铊中毒的现状和诊治新进展》

10月中那次中毒剂量高于基值200倍，是朱令全部中毒中最高的一次。这么大剂量口服下去，早期症状理论上会有肠胃反应：呕吐、胃疼、腹痛；或者神经症状：手脚疼痛，但朱令只出现了离奇的眼睛短暂失明，1-2天后恢复，似乎也没其他系统症状。

这确实挺让人困惑的。目前，专业人士包括2018年论文的作者都认为，朱令那次中毒不是通过消化道。那么，可实现的只有通过粘膜、皮肤等接触吸收。

该论文作者推断，朱令那次中毒可能是通过隐形眼镜液吸收。但铊通过眼睛接触到底会不会导致短暂失明？

一种观点是：既然铊可以100%穿透皮肤、粘膜，为什么不能穿透眼睛及其四周皮肤？既然能穿透，那么应当和其他渠道一样。所以，陈震阳的回答是：“会出现失明，以及全身反应。”（2007.2）

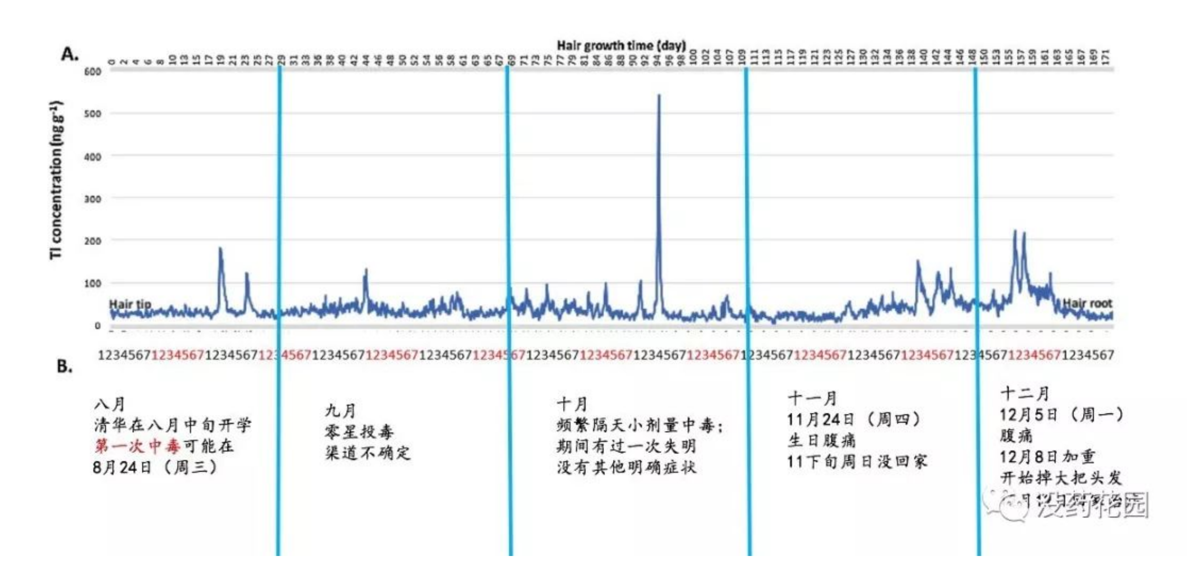
另一种观点是：急性眼睛接触不太可能造成局部或者系统症状，除了轻微的局部刺激。（见第一篇CDC引用）

Acute eye exposure is unlikely to result in any local or systemic effects other than **mild local irritation**.

那么，接触稀释过的铊溶液算不算“**急性眼睛接触**”？接触多少浓度的铊才会让眼睛感到轻微的刺激？这些都是不明确的。我花了大量时间进行中英文搜索，都未找到案例。恐怕从没有人进行这样的实验吧。

所以，如果隐形眼镜液确实丢失的话，我会倾向于相信第一种观点：会造成视力问题，以及全身症状，和其他渠道吸收一样。不排除朱令当时也有腿疼、肚子疼等反应，只是较为轻微，不如失明引起她的注意。

推测一下另一种情况：凶手10月开始投入到隐形眼镜液中，由于浓度不高，朱令佩戴时一直未有明显的刺激感，而是连续和平时一样佩戴，造成10月上中旬连续小剂量中毒。



但到了10月中下旬某天，可能因为角膜出现损伤之类原因，造成吸收量大增（对应超高那条线）。铊在进入体内后，首先影响视觉神经，引起视力模糊。虽然铊也随血液循环到了消化道，但由于原本肠胃健康，不适感未引起她警觉。

从这个图表来看，她应当是在短暂失明后，暂停了某个含铊日用品的使用，所以在最高峰值后大约有三周时间，没有再明显中毒。

而论文提供了一个重要信息：朱令通常是戴隐形眼镜的，自从那次失明事件后不得不换成眼镜。（这和我在上一篇中观察到的朱令演出照片对比一致。）

结合起来看，她很可能是隐形眼镜中毒，停止佩戴，有一段时间未再中毒。

讨论三：前三个月凶手在摸索试验

此前我写过，只要1/4勺子铊盐或者20ML溶液（以孙维实验的铊溶液浓度）就可致死。

凶手选择皮肤吸收的途径并控制了量，表明TA对铊毒的量是做过功课的。就像北大化学系的王小龙投毒，也是精确地称过200毫克，一次次试探受害人反应。

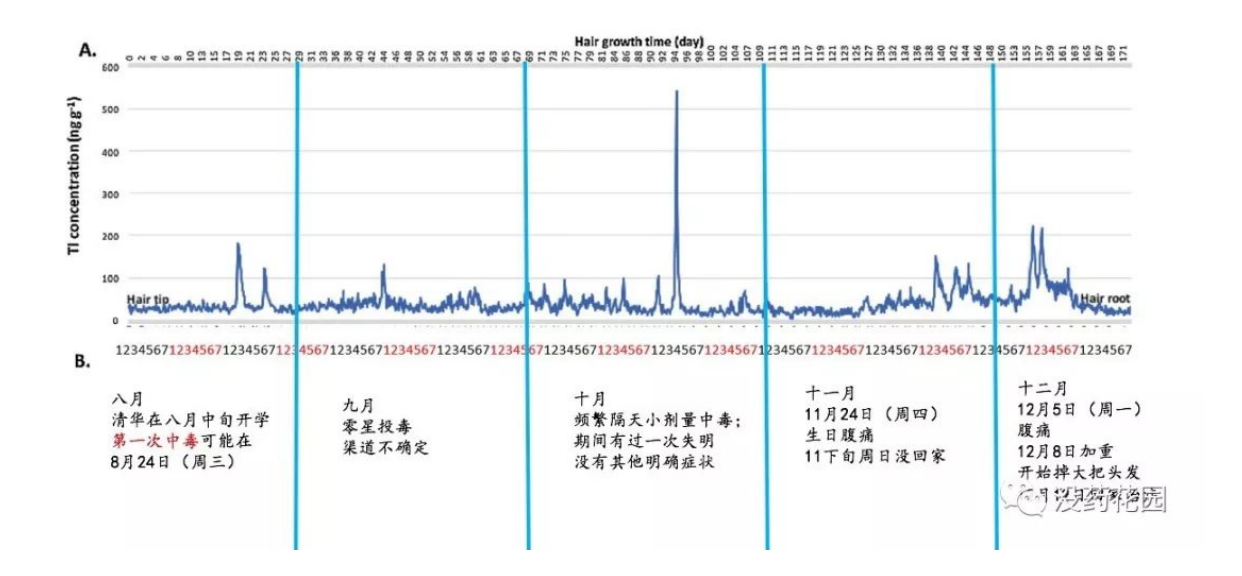
从中可以看出：A，死亡不是凶手一开始追求的目的；TA是想让朱令出丑、吃苦头、慢慢枯萎、重病、从眼前消失。当TA发现似乎没什么效果后，才加大用量。

B，凶手有所顾忌，追求隐蔽性，不希望被人发现是中毒，这就不符合嫁祸者的心理。

三、11月底改变投毒方式或剂量

12月5日，朱令父亲给朱令补过生日。在吃饭时，朱令出现了明显的腹痛，难以进食。也有多家媒体报道，那顿饭发生在11月24日生日当天。（信息矛盾，无法判断）

目前按照我们的排列来看，朱令在11月中左右又开始频繁小剂量中毒，并在在11月24日生日前夕，开始大剂量中毒。而到了12月5日，也有对应中毒峰值。



当时朱令隐形眼镜已经不戴了，那么是因为凶手在其他皮肤接触的毒媒中加大了投毒量，还是改为在饮食中投毒？论文作者认为是后者。

但没有异议的一点是，凶手并不是一次投毒后就静待结果，而是一直在增加新动作。

凶手为何在等待三个月后越来越激进？

一二·九晚会是大三上学期对朱令而言最重要的一件事，她把所有空余时间都花在了上面。而当晚，她将出现在几乎每个节目中，除了他人的独奏。凶手知道朱令会在一二·九那晚大出风头，被这念头所折磨，希望毁掉朱令最珍视的机会，令她无法登台。

TA在等了三个月什么都没发生（除了很快恢复的失明），而此前加在洗漱用品里的铊也可能用完，TA判断皮肤吸收效果不理想，于是改为投在食物中/或者猛加大量。

朱令的身体来不及排毒，几个月中积累的铊开始侵袭各个器官。

与之对应的是，朱令12月5日（星期一）那天胃剧烈腹痛。

而到了12月8日，朱令不仅肚子“持续性隐痛伴阵发性绞痛”，无法再进食，还有腹、腰、四肢关节都在痛，同时大量掉头发。（《新民晚报》）

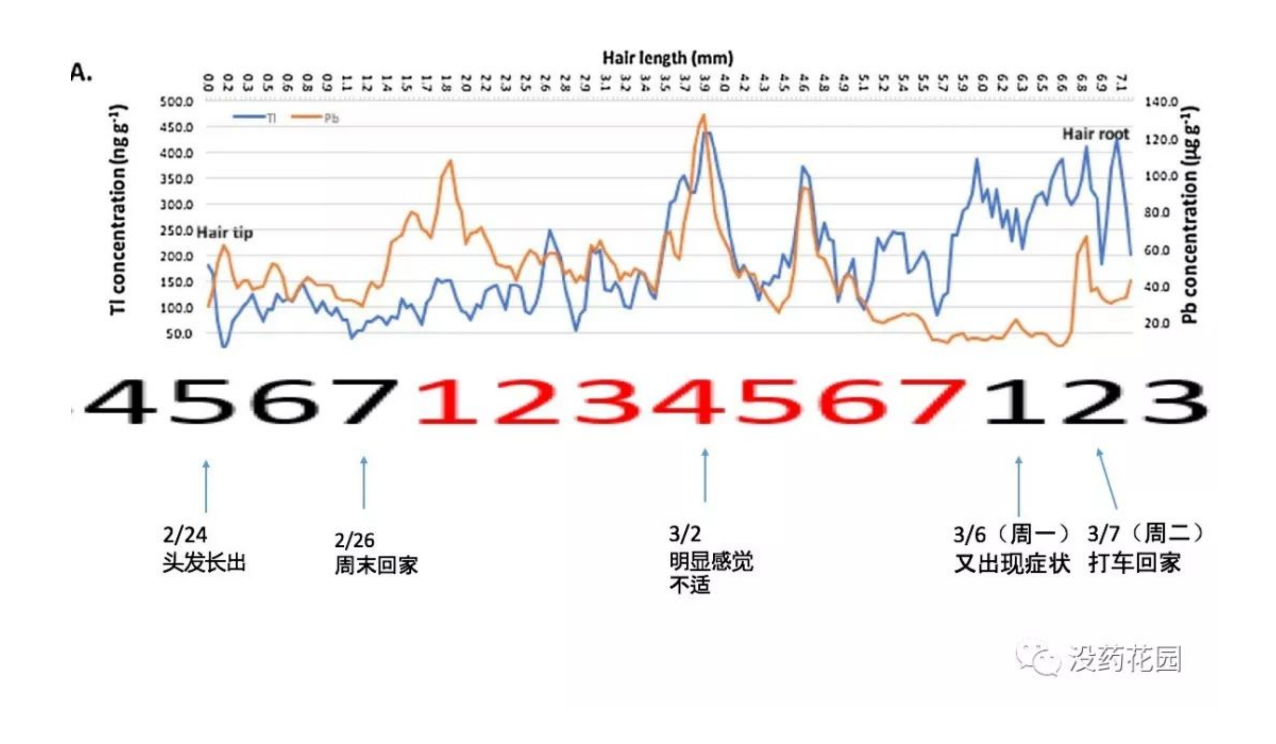
责任心和好强心，让朱令硬撑下来。朱令与自己的身体较劲，对于凶手来说，却像是朱令在与TA较劲。

朱令撑到演出结束，于12月12日才回家。此时，她已出现肚子痛、手脚刺痛、头发脱落等典型的急性铊中毒症状。

1994年12月23日，朱令因“腹痛，脱发，关节疼痛待查”为名入住同仁医院消化内科，她当时一头长发已经全部掉光了。（《新闻周刊》2006/1/18）

四、铅超标指明了毒源

总体而言，由于朱令强大的生命力，第一次虽然遭遇了慢性+急性中毒，但并不致命。她在12月5日出现显著症状，一直到12月11日演出结束，能撑一周在学校进行正常的学习和排练；她虽然未得到有效治疗，但回校时头发又长出了一寸……



第二次急性中毒不仅频率缩短到每天一、两次，而且头发显示的剂量也提高到基数的50-180倍。（前面是50-80倍）

这种投毒的频率其实可以反映出凶手胆子越来越大，越来越迫切，或许还有对朱令回归的失望和愤怒。TA此时想要“除掉”朱令的决心，已经让TA无视可能带来的死亡后果。

最令人惊讶的是，朱令那段时期头发里铅的含量竟比铊更高。论文作者写道，这铅和铊的峰值重合，证明两者是共同吸收的。

难道凶手怕铊还不够有效果，而对她下两种毒吗？

再看看这条曲线的特点：（1）铅和铊的峰值基本重合，共同服入；（2）大部分中毒间隔为6-18小时;（3）铊后期呈上升，铅下降厉害。

我认为有以下几种情况：

1、铊盐本身存在铅污染，但我没查到相关信息，而且实验用的不该如此吧？

2、投铊毒的容器（譬如金属杯）本身铅超标，硝酸铊投下去发生了某些化学反应，让铅跑到饮食中被喝下肚……（看到过含铅陶瓷杯倒入酸性果汁后会溶解铅，导致喝下肚）

3、**凶手投毒的饮食中本身含铅**；而且该饮食是朱令每天有规律服入的，可能白天得吃2次。

对于最后一种，我隐约记得以前看过中药内铅含量超标导致铅中毒的案子。查了论文，果然有不少。

您的位置：网站首页 > 《中文科技期刊数据库》 > 医药卫生 > 临床医学 > 摘要

内服中药引起铅中毒24例

《中国乡村医药》1994年 第4期 | 臧仁迅 谭业雪　山东省莱阳市中心医院内科 莱阳市中医医院内科 265200

您的位置：网站首页 > 《中文科技期刊数据库》 > 医药卫生 > 预防医学 > 劳动卫生 > 摘要

服用中药制剂引发铅中毒2例报告

《中国工业医学杂志》2010年 第1期 | 康明 高天超 聂颖　抚顺市职业病防治院 辽宁抚顺113001

您的位置：网站首页 > 《中文科技期刊数据库》 > 医药卫生 > 临床医学 > 摘要

中药偏方致铅中毒1例

《现代中西医结合杂志》2004年 第8期 | 董秋 封苏新　江苏省南京市疾病预防控制中心金山医院，江苏南京210042

我又查了一下壮骨粉，也有过关于铅超标的新闻。但因为本身吃壮骨粉的人少，未见学术论文。

1993年，有研究人员就美国和加拿大市场上70种品牌的钙剂，进行分析、计算每摄入800毫克钙时铅的摄入量。结果，以骨粉中含铅量最高，在统计的6种骨粉中，当其含钙量相当于800毫克的钙时，其中的平均含铅量达11.3微克。25种来源于牡蛎壳等的天然非精制碳酸钙，相应的含铅量平均为6微克。而我国卫生部对钙保健品中含铅量的严格规定是，每公斤钙片含铅量不得超过0.5毫克，如以碳酸钙为例，也就是相当于800毫克钙中的铅，不能超过1微克。

食品与营养安全所的某专家也强调，“骨粉里面的铅含量特别多，其中的铅、砷很容易超标。”人们大概不会忘记2000年和2003年卫生部曾两次抽检、公布的不合格补钙类保健食品中，其中有的钙剂中砷含量超过国家标准2.2倍，铅含量超过国家标准1.2倍。众所周知的[redacted]仅菌落总数一项微生物[illegible]标就超过国家标

假设90年代的中药不太规范，确实可能严重铅超标的话，那么凶手第二次投毒，或许正是投在朱令的中药瓶中。

因为服药是有规律性的，可能每天一两次，晚上因睡觉间隔时间长。她在每次喝中药的同时，喝下了中药本身超标的铅和凶手投下的铊。

已知中药是朱令母亲从同仁堂配的，每天下班后和面包一起带到学校，朱令在宿舍放置一夜后，第二天会拿到外面加热后喝。

肯定有人会问：既然宿舍室友可以在中药瓶投毒，会不会有人在她加热中药的地方投毒呢？

我在多篇新闻中看到的说法是，朱令是每天去**团委加热中药**（见第一篇）。但孙维在其声明中说：“朱令交游广泛，社会活动非常多，又是校文艺社团的积极分子，在社团的时间多，在宿舍的时间少，即使是在朱令第一次生病后返校期间也仍然每天去**文艺社团的宿舍楼煎药**。”

团委和文艺社团是两个不同的地方，加热和煎药的流程也大相径庭。



朱令去团委加热药，是她男友黄先生介绍的，因为有个乐队的同学在团委工作，而且那里离宿舍比较近。

此前由朱令律师张捷发布的调查报告中写道："朱令在新学期开始后，根本就没有去过乐团，因此可以得出结论：朱令第二次口服铊中毒的地点绝无可能是民乐团。朱令热药的地点是**距宿舍3分钟路的团委办公室**，那时她带着在家里已经熬好的中药，只是到团委热一下，**热的方式是把药瓶整个放在热水里，并不打开盖子，朱令本人始终在那里看着**，这个热药的整个过程是可控的，且他人无可乘之机。"

团委主要负责共青团活动，有几个负责老师和学生在那里，应当不是人员复杂的地方。而一个凶手K要每天跑到团委去，在朱令和老师们的眼皮底下，趁她加热药的短暂时间下毒，几乎不可能。

孙维看似无意地提起朱令去**社团煎药的细节**，不禁让人怀疑，这会不会正是凶手选择中药投毒的原因之一。凶手的思路是：既然她每天带中药瓶出门，这样哪怕被人发现中药有问题，也无法锁定在哪儿下毒的。

那么壮骨粉呢？可能性小很多。如果是在冲泡好的壮骨粉中投毒，要保持每天一次在朱令冲好又没来得及喝下的空隙下毒才行，风险很高，很难把握时机。

如果是在粉末中投毒，那必须是大筒包装，且投的得是固体铊盐。最后，还得保证壮骨粉刚好被朱令吃完，或被扔弃，否则警方带回去化验很容易发现里面含铊。当年朱令喝的是龙牡壮骨冲剂（《朱令的四十五年- 北京清华女学生毒杀疑案》），目前看这个品牌都是小袋包装。

如果投在中药瓶中，这倒比较吻合《中国律师》在1998年6月P16的报道：在第一次失窃中，"朱令的水杯、中药瓶莫名其妙地丢失了。"

以及朱令舅妈曾在接受访谈时说道："当时，派出所给了一张朱令个人物品清单，**这张清单上没有任何与入口有关的东西**，包括饭盒，杯子，筷子，杓子，食品等统统没有。我很奇怪，就去问薛方渝，他也很奇怪，于是就说他去问问。过了很长时间，他打电话告诉我，朱令的杯子是不是一个不锈钢的，孙维在她床底下给找到了，好像是掉到床底下了。"

以上我判断的理由已经给出。根据文献，正常人头发里铅值是介于0-30ug/g。

参考文献：Pirsaraei SR. Lead exposure and hair lead level of workers in a lead refinery industry in Iran. *Indian J Occup Environ Med*. 2007;11(1):6–8. doi:10.4103/0019-5278.32457

朱令正常头发中的铅含量在1ug/g左右。而在她0.7cm头发中，发现的平均铅含量达43ug/g。

有没有可能90年代中药铅超标导致服药期间这个浓度的铅含量？我没找到相关数据（一般都只检测血铅）。现在的中药也规范许多，哪怕找吃同样方子的人测头发，也未必和当年的数据一样。

五、宿舍外人投毒的概率进一步缩小

在这篇论文发表以前，替孙维辩护的方舟子之类，坚持认为投在洗发水、隐形眼镜液不可能，由此认定朱令中毒是一、两次性大剂量，投在饮食中。既然只是一、两次大剂量投毒，而朱令活动范围这么广，谁都有机会作案。由此，他们甚至把矛头指向了贝志诚。

这篇2018论文可以证明，朱令并不是一两次大剂量中毒，而是从8月下旬开始，在4个月左右时间内中毒多达几十次，1995年寒假回校后更是每天吸收铊毒一两次。

就算其中多次中毒是由于她反复接触同一个毒源，我们也可以看到凶手并不是一次投完就完事。朱令的中毒曲线显示，TA一直在紧密观察朱令的状态，调整铊毒载体的品种，增加用量。

其次，朱令中毒的渠道应当既有通过皮肤的小剂量吸收，也有通过频繁饮食的大剂量吸收。

皮肤吸收的渠道不多，加上宿舍失窃案公布的内容，就把毒媒局限在洗漱用品中。而朱令的洗漱用品要不长期放在男生不让入内的女生宿舍，要不也只是洗澡时带去公共女浴室，一个男性有什么机会投毒呢？像隐形眼镜液之类更不会离开宿舍。

所以

一、凶手既要能精准分辨出朱令的洗漱用品是哪些，又**多次、具有充足时间**独自摆弄这些物品。自然本宿舍的人下毒最方便、最安全。

二、朱令在第二次中毒期间，每天中毒至少一次，且为口服，证明凶手得守在她身边随时等待她和食物（可能是中药瓶）分开的时机，这也指向了室友。

三、朱令在1995年2月19日回校后，再没回过民乐团，每天只去300多米外的团委加热中药。而中药瓶放置在宿舍内的时间，远大于在团委加热的时间。（《真相调查报告》）且在团委加热时，中药瓶一直在她眼皮底下，而放在宿舍期间凶手完全可以趁她睡着、上厕所、洗漱、中午出去打饭等时机下毒。

这一二三条件加起来，几乎把凶手的投毒活动框在宿舍内。哪怕退一步，也是6号女生宿舍楼内。如果还有人坚持，是某个和朱令在食堂吃过两次饭的乐队朋友，或从北大来的追求者下毒，就真的动机可疑了。

未完结，请点击今天推送的二条阅读第六篇（终结篇）

关注没药花园
回复关键词或点往期文章
阅读更多案件

- 高云翔性侵案（关键词：高云翔）
- 朱令铊中毒案（关键词：朱令）
- 《杀人回忆》韩国华城连环杀人案（关键词：华城）
- 微笑杀手赵志红（关键词：赵志红）
- 13岁少女因嫉妒杀害闺蜜 （关键词：嫉妒）
- 阳台女尸谜案（关键词：阳台）
- 美国孟菲斯 18 岁女孩弑母案（关键词：诺拉）
- 美女留学生：因爱生恨杀人案（关键词：留学生）
- 白银案和其他连环谋杀案（关键词：白银）
- 电影“叉烧包”原型（关键词：叉烧包）

- 房地产商连环杀手（关键词：反社会人格）
- 章莹颖案（关键词：章莹颖）
- 比特币大佬疑似诈死案（关键词：比特币）
- 寄居蟹人格案例（关键词：寄居蟹）

关注没药花园
戳菜单中的“发现更多”栏目



👇点击“购买没药”，购买《没药花园:15 个绝对真实的案件》~
购买没药
案件142

wapi专栏26

朱令案5

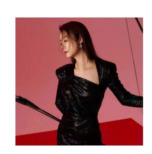
People who liked this content also liked

“紫薇格格”离婚上热搜：瞒了这么久，终究还是让大家失望了！

房间内的粉色大象

不看的原因

- 内容质量低
- 不看此公众号



和网恋男友合谋杀死新婚丈夫后，警察告诉她，男友是女人

房间内的粉色大象

不看的原因

- 内容质量低
- 不看此公众号

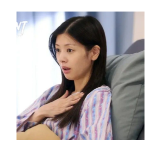


今年这形势，真心劝大家还是多一手准备吧！

房间内的粉色大象

不看的原因

- 内容质量低
- 不看此公众号





Scan to Follow